

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации
Магдиной Е.Р., «Метод оценки бродоходимости
колёсных транспортно-технологических машин»

Оценка предельной бродоходимости колёсных транспортно-технологических машин может быть осуществлена комплексным методом, учитывающим гидростатическим и опорно-сцепными характеристиками при преодолении водных преград.

Разработанным методом оценки бродоходимости для двухосной транспортно-технологической машины экскаватора-погрузчика JCB 4СХ предельной глубины преодоления водных препятствий при различных скоростях движения и течения проведены расчёты, что представляют на первом этапе научный интерес. При прямолинейном движении в стоячей воде на первой передаче экскаватор-погрузчик, безусловно, теряет сцепления ведущих колёс с опорной поверхностью на глубине 1,2 м, тем более на повышенных передачах, так как сила тяги ведущих колёс зависит от сцепления с опорной поверхностью. На указанной глубине реакции борта, воспринимающего давление потока, становится отрицательным, что приводит к потере устойчивости и опрокидыванию машины.

Научная новизна заключается в разработке математической модели движения колесной ТТМ при преодолении водной преграды, отличающаяся учетом совместного воздействия гидродинамических сил (лобового и бокового сопротивления), переменной выталкивающей силы в зависимости от глубины погружения, и взаимодействия колес с донным основанием, что позволяет достоверно прогнозировать критические режимы движения.

Предложены имитационные CAD/CFD-модели для расчетного определения гидродинамических и гидростатических характеристик ТТМ на основе пространственного обтекания, устанавливающие количественные зависимости коэффициентов сопротивления и объемного водоизмещения ТТМ от глубины погружения.

Экспериментально подтверждены расчетные коэффициенты гидродинамического сопротивления ТТМ на основе сравнительного анализа

результатов численного моделирования с данными испытаний масштабных физических моделей, обеспечивающие допустимую сходимость расчетных и экспериментальных данных.

Разработан комплексный метод оценки бродоходимости колесных ТТМ, интегрирующий результаты математического, имитационного моделирования и экспериментальных исследований, позволяющий прогнозировать предельную глубину преодоления водной преграды при заданной скорости ее течения с учетом характеристик донного основания и гидродинамических характеристик машины.

Практическая значимость обоснована разработанным методом, который позволяет: устанавливать объективно достижимые уровни бродоходимости колесных ТТМ различного назначения и обосновывать конструктивные требования к разработчикам техники по их реализации; обосновывать рекомендации по практическому применению серийной техники в условиях проведения аварийно-спасательных работ в зонах затоплений при различных глубинах, скоростях течения воды и состояниях донной опорной поверхности.

Замечания по работе

1. Автором не приведены такие показатели в числовом виде, имеющие предельные числа трансмиссии экскаватора-погрузчика, со свойством опорного грунта, влияющего на сцепление ведущих колёс.

2. Вызывает сомнение о возможности использования колёсной машины на низких передачах со стандартными грунтозацепами в условиях водного потока.

Заключение

1. Проведен системный анализ факторов, ограничивающих применение ТТМ для работы в зонах затопления. Установлено, что факторами, принципиально ограничивающими бродоходимость машин, являются гидростатическое воздействие и гидродинамическое сопротивление водной среды, а также тягово-сцепные возможности машины при движении по донным опорным поверхностям.

2. Разработана математическая модель прямолинейного движения колесной ТТМ через водную преграду вброд по слабдеформируемому донному основанию,

учитывающая гидродинамические силы (лобовое и боковое сопротивление), выталкивающий эффект в зависимости от степени погружения, взаимодействие колес с донным грунтом. Модель позволяет прогнозировать критические режимы движения машины и параметры водной среды, при которых происходит подвсплытие машины, потеря управляемости и опрокидывание: в частности, установлено, что критическими параметрами, ограничивающими бродоходные свойства экскаватора-погрузчика модели JCB 4CX на слабдеформируемом донном основании, являются глубина брода более 1,0 м при скорости течения водного потока более 2,5 м/с.

3. Разработаны и верифицированы имитационные модели гидростатического и гидродинамического взаимодействия машины с водной средой, позволяющие определять объемное водоизмещение и коэффициенты гидродинамического сопротивления формы при лобовом и боковом обтекании ее водой.

4. Для подтверждения теоретических расчетных данных проведены гидростатические и аэродинамические экспериментальные исследования на масштабной физической модели ТТМ. В ходе экспериментов определено объемное водоизмещение машины для различных глубин погружения, определены коэффициенты аэродинамического сопротивления модели с последующим пересчетом в коэффициенты гидродинамических сопротивлений модели и натурального образца, оценено влияние скорости течения и его направления на устойчивость движения машины. Полученные данные использованы для оценки достоверности и уточнения математической и имитационной моделей.

5. На основе проведенных исследований предложен комплексный метод оценки бродоходности ТТМ, включающий методики расчетного определения критической глубины и скорости течения преодолеваемой водной преграды, алгоритмы прогнозирования потери управляемости и устойчивости машины при различных скоростных режимах ее движения вброд, дающий максимальную погрешность прогнозирования не более 12%. Применение метода возможно для анализа бродоходности колесных машин с любыми формулами приводности, управляемости и размещения осей по базе.

6. Практическая ценность работы заключается в возможности применения разработанного метода при проектировании новых образцов ТТМ с улучшенными характеристиками бродоходности и при разработке рекомендаций по безопасному

применению серийной техники в условиях проведения аварийно-спасательных работ в зонах затоплений.

7. В рамках развития тематики планируется расширение номенклатуры исследуемых ТТМ, оценка их подвижности на различных, в том числе деформируемых, донных грунтах при различных углах обтекания и скоростях водного потока, характерных для криволинейных режимов движения.

8. В результате проведенного исследования решен комплекс научных и практических задач, направленных на повышение эффективности применения ТТМ в условиях затопления. Разработанные модели, методики и рекомендации вносят вклад в развитие теории движения транспортных машин и могут быть использованы в инженерной практике и образовательном процессе.

Дьяков Иван Фёдорович
д.т.н., по специальностям
05.05.03 Колёсные и гусеничные машины
05.13.12 САПР (Промышленность)

Дьяков
17.11.2025

Профессор кафедры «Основы проектирования
машин и инженерная графика»

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»
432027 г. Ульяновск, Северный Венец, 32
тел. 8(8422) 77-81-49
e-mail i.dyakov@ulstu.ru

